

# EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y HORMIGÓN ESTRUCTURAL. EXPERIENCIAS.

**Antoni Cladera Bohigas**

Dr. Ingeniero de Caminos. Universidad de las Islas Baleares.

[antoni.cladera@uib.es](mailto:antoni.cladera@uib.es)

**Miren Etxeberria Larrañaga**

Dra. Ingeniera Industrial. Universidad Politécnica de Cataluña.

[miren.etxeberria@upc.edu](mailto:miren.etxeberria@upc.edu)

**Agustí Pérez Foguet**

Dr. Ingeniero de Caminos. Universidad Politécnica de Cataluña.

[agusti.perez@upc.edu](mailto:agusti.perez@upc.edu)

## RESUMEN

*Las universidades españolas han asumido un creciente protagonismo en la cooperación al desarrollo, poniendo en marcha diferentes actividades encaminadas a favorecer la solidaridad de todos los sectores de la comunidad universitaria. La enseñanza del hormigón estructural, una disciplina clave para el desarrollo de nuevas infraestructuras, no puede ser indiferente. En este artículo se plantean diversas experiencias que se están llevando a cabo en la red de Ingeniería Sin Fronteras.*

## ABSTRACT

*Spanish universities have assumed an increasing prominence in development cooperation, putting different activities into action to promote solidarity in all areas of the university community. The teaching of structural concrete, a key subject for the construction of new infrastructures, can not be indifferent to it. In this paper, several experiences carried out within the network of Engineering Without Borders are presented.*

## 1 INTRODUCCIÓN

Las universidades son actores cada vez más significativos en el sistema de la cooperación internacional. La globalización económica, la homogeneización cultural, el avance tecnológico y científico, los riesgos medioambientales, etc., no son fenómenos neutros sino que tienen consecuencias sociales, políticas y económicas tanto a nivel mundial como local, y plantean nuevas necesidades y dilemas que se deben resolver. La educación, desde la primaria hasta la educación superior, debe hacer frente a estos retos ofreciendo tanto herramientas para la comprensión de los problemas como instrumentos para la búsqueda de soluciones.

Sin embargo, hasta hace bien poco, la importante contribución que podía hacer la universidad había sido dejada de lado. Esta percepción sobre el rol de la universidad en el desarrollo de los países ha cambiado radicalmente a partir de la segunda mitad de los noventa, cuando se identifica la generación de conocimiento y la capacidad tecnológica como instrumentos clave de la competencia entre empresas, organizaciones de todo tipo y países [1].

Existen múltiples instrumentos que la universidad puede aprovechar para realizar acciones de cooperación al desarrollo. En esta comunicación se presentarán algunas

experiencias ligadas a la disciplina del hormigón, tanto a nivel estructural como de material, que se están realizando actualmente en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y en la Universidad de las Islas Baleares (UIB) con la mediación de la Organización No Gubernamental Ingeniería Sin Fronteras.

## 2 FORMACIÓN DE GRADO

### 2.1 Asignaturas obligatorias y troncales

Los ajustados planes de estudio actuales pueden parecer dificultar la inclusión de contenidos transversales en las asignaturas obligatorias y troncales. Sin embargo, sería necesario incidir en la posibilidad de incluir contenidos de educación para desarrollo de forma transversal en asignaturas obligatorias y troncales ligadas al hormigón estructural, ya que, intentar favorecer una cierta reflexión crítica del papel de las estructuras o los materiales en el desarrollo es más una cuestión de sensibilidad que de tiempo.

A modo de ejemplo sencillo, la utilización de barras levantadas [2], una práctica en desuso en las construcciones en nuestro país, puede servir de pretexto para generar una discusión entre el precio relativo de la mano de obra y los materiales en los países del sur y los del norte y cómo este hecho diferencial puede influir en el diseño de las estructuras de hormigón y en su proceso constructivo (Figura 1).



Figura 1a: Detalle de barras levantadas



Figura 1b: Hormigonado de un forjado en la India.

### 2.2 Asignaturas de libre elección

La asignatura de libre elección “Materiales y tecnología de construcción en cooperación al desarrollo”, impartida en la UPC, hace hincapié en la viabilidad, funcionalidad, resistencia, durabilidad y fiabilidad de los materiales y tecnología utilizables en el Sur para una construcción sostenible-asequible, donde el hormigón adquiere especial importancia en la sostenibilidad medioambiental mediante la utilización de residuos de la construcción y de residuos industriales, cenizas volantes y cenizas de cáscara de arroz.

Otras asignaturas de libre elección más genéricas, como “Tecnología para el Desarrollo Humano”, impartida en la UIB, también incluyen un módulo específico

ligado a la construcción para el desarrollo. En este caso el objetivo no es el de formar a técnicos especialistas, sino el de incidir en la relación entre infraestructuras y nivel de desarrollo humano y presentar el sector de la construcción como una herramienta y un motor para el desarrollo.

Son muchas las asignaturas de libre elección que trabajan la relación entre la tecnología y el desarrollo humano en la universidad española. En un estudio realizado el año 2006 [3] se identificaron 92 asignaturas vinculadas a temáticas y enfoques de Educación para el Desarrollo en el ámbito de las enseñanzas técnicas, sumando un total de 329,5 créditos, en 19 universidades diferentes. De toda la oferta identificada, aproximadamente la mitad está claramente vinculada a contenidos de “Cooperación para el desarrollo”, al ámbito de la “Sostenibilidad” una cuarta parte, a la tipología referenciada como “Valores y habilidades” un 15% y directamente al ámbito de “Ciencia tecnología y sociedad” un 10%.

### **2.3 Trabajo final de carrera en el marco de la cooperación al desarrollo**

La realización de proyectos y trabajos finales de carrera, muchas veces ligados a la realización de prácticas en países empobrecidos, es otra de las posibilidades en las que se está trabajando.

En algunos casos, estos trabajos finales de carrera se pueden llevar a cabo mediante convenios de cooperación educativa, por ejemplo el existente entre la UIB y la Fundación Vicente Ferrer para favorecer la realización de prácticas de estudiantes en su departamento de construcción en la India [4].



*Figura 2a (izquierda): Estudiante de la UIB comenta con Vicente Ferrer el desarrollo de los trabajos.*



*Figura 2b: obras en un nuevo recinto hospitalario en la India durante las prácticas de una estudiante.*

En otras ocasiones, los PFC pueden formar parte de proyectos de I+D+I como la tesina “Estudio de la aplicabilidad de las cenizas volantes, de la planta térmica de Mudunuru (India), en materiales de construcción” [5] llevada a cabo en la UPC con el apoyo del Centro de Cooperación para el Desarrollo de la UPC.

La proximidad de la planta térmica de Mudunuru (productora de 2000T de cenizas volantes/ día) a la Fundación Vicente Ferrer (FVF), hace llevar adelante el análisis de su aplicabilidad en hormigones. Este estudio se consideró importante debido al gran volumen de cemento que utiliza la FVF para la ejecución de sus obras. Mediante el trabajo de investigación realizado se determinó que la reducción del 20-30% del

cemento y una adición del 10% de las cenizas volantes mejoraban considerablemente las propiedades mecánicas como la permeabilidad de estos hormigones con respecto al hormigón convencional. Además de la posible reducción del 40% del cemento con una adición del 10-20% de cenizas para la fabricación de morteros de albañilería. De esta manera consiguiendo un material económicamente más viable y con mejores prestaciones sin ningún tipo de dificultad añadida en su fabricación con respecto al proceso actualmente utilizado.

La ONG Ingeniería Sin Fronteras promueve e incentiva la realización de proyectos final de carrera ligados a la cooperación al desarrollo mediante la convocatoria de un concurso bianual en el que pueden participar todos los estudiantes de las carreras técnicas de la universidad española. La iniciativa, iniciada el año 2000, cuenta ya con cuatro ediciones. Las bases y principales características pueden encontrarse en [www.isf.es/pfc/](http://www.isf.es/pfc/).

El concurso ha permitido llamar la atención sobre la posibilidad de hacer PFC en cooperación y de “normalizar” esta actividad. Lo que hace unos años era una excepción pasa a convertirse en una posibilidad valorada y con el mismo rigor académico que cualquier otra opción de trabajo fin de carrera.

Persiste la necesidad de responder a la alta demanda de temas para realización de proyectos. Se ha detectado una elevada inquietud por orientar el PFC hacia estos temas por parte de los alumnos. Sin embargo la oferta, tanto de posibles proyectos como de profesorado con voluntad de dirigirlos, es limitada. Adicionalmente, se ha detectado la falta de formación en aspectos metodológicos específicos de los proyectos de cooperación internacional, como la formulación por objetivos; valorándose, por otra parte, como una aportación académica interesante por parte del profesorado.

## **2 FORMACIÓN DE POSTGRADO**

La construcción es una actividad transversal a la que, con frecuencia, no se le presta la necesaria atención en el marco de la cooperación al desarrollo. Sin embargo, la construcción está presente muchos de estos proyectos, por ejemplo en los de agua y saneamiento, de escolarización, de mejora de la sanidad pública, en los programas de vivienda, en las mejoras de las comunicaciones para facilitar el comercio, en la creación de talleres productivos, centros de VIH/SIDA, etc.

De hecho, la mayoría de los gestores de proyectos de cooperación al desarrollo encuentran, en el ejercicio de su vida profesional, la necesidad de supervisar un proyecto constructivo. De esta supervisión dependerá en gran medida la calidad final de la construcción y, por tanto, su durabilidad.

Por estos motivos, la introducción de contenidos ligados a la construcción en la formación de postgrado orientada a la calificación profesional en materia de desarrollo y cooperación internacional es necesaria. El módulo “Tecnologías y materiales de construcción para el desarrollo” del curso master “Ingeniería aplicada a la cooperación para el desarrollo humano”, ofrecido por la Universitat Oberta de Catalunya e Ingeniería Sin Fronteras, es un paso decidido en esta dirección [6].

En este módulo se realiza un análisis del sector de la construcción y de los aspectos claves a tener en cuenta siempre que se plantee ejecutar una construcción dentro del contexto de la cooperación al desarrollo, analizando desde la realización del proyecto



constructivo propiamente dicho hasta los pasos más habituales del proceso constructivo.

También se presta especial atención a los aspectos básicos de los diferentes materiales de construcción que pueden resultar más habituales en los países del Sur, cómo el hormigón, la tierra, la piedra natural, la madera, el acero, los adobes, los bloques prensados, los ladrillos cerámicos, de hormigón y de cenizas volantes y el ferrocemento.

### 3 ASISTENCIA TÉCNICA A ASOCIACIONES

El profesorado universitario debería tener la posibilidad de participar en asistencias técnicas a Organizaciones No Gubernamentales en los ámbitos específicos de su actividad profesional e investigadora. De hecho, tal y como se recoge el código de conducta en materia de cooperación al desarrollo aprobado por la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas [7], “la participación de la comunidad universitaria en la cooperación al desarrollo, aún dentro de la señalada voluntariedad, deberá ser reconocida como parte del quehacer propio de los distintos miembros de la comunidad universitaria, como una aportación institucional de la universidad a la sociedad, estimulando la misma de manera que no suponga discriminación académica alguna respecto de las personas que no participan en ella.”

En este sentido, la participación de uno de los autores en el proyecto de una ONG de Castilla la Mancha para la “Construcción de un puente sobre el río Kpandi en Sokodé (Togo)” durante el año 2007, y las facilidades dadas en todo momento por la Universidad de las Islas Baleares, son un ejemplo claro de este instrumento.



Figura 3a: Hormigonado pilas puente en Togo.



Figura 3b: Caseta de obra del puente en Togo.

### 4 HACIA UN ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

La redefinición de los estudios universitarios representa un gran reto para las propuestas de educación para el desarrollo en estudios técnicos.

La actividad formativa reglada, principalmente a través de asignaturas de libre elección, ha sido el motor que ha permitido el crecimiento continuado de actividades de cooperación para el desarrollo en las enseñanzas técnicas desde mediados de los años noventa.

El nuevo contexto, basado en el aprendizaje y que incorpora explícitamente la consideración de competencias transversales, favorece el impulso de acciones desde

un enfoque de educación para el desarrollo; pero al mismo tiempo la indefinición sobre la posibilidad de ofrecer asignaturas específicas pone en cuestión la continuidad del principal trabajo desarrollado (dado que el concepto de créditos de libre elección desaparece, al menos en su configuración actual).

El trabajo desde la transversalidad se verá potenciado, en cambio, el trabajo en asignaturas específicas deberá esperar a que se establezcan directrices para grado y postgrado en cada la universidad, que, junto con las generales de los estudios oficiales, regulen las opciones de nuevas propuestas dentro de la educación formal.

## CONCLUSIONES

La educación para el desarrollo tiene cabida, sin lugar a dudas, en el modelo universitario español. En este artículo se ha mostrado cómo, en la actualidad, se están llevando a cabo acciones en este sentido desde materias afines a las de Estructuras de Hormigón y Materiales de Construcción, ya sea de forma transversal en asignaturas obligatorias y troncales o de forma más directa en asignaturas de libre elección, la realización de proyectos finales de carrera y la formación de postgrado específica. Durante los próximos años, dentro del marco de adaptación de los planes de estudios al Espacio Europeo de Educación Superior, será muy importante, en opinión de los autores, impulsar las actuaciones en esta línea.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Boni, A. y Pérez-Foguet, A. (coord.) (2006). "Construir la ciudadanía global desde la universidad. Propuestas pedagógicas para la introducción de la educación para el desarrollo en las enseñanzas científico-técnicas." Intermón Oxfam ediciones e Ingeniería Sin Fronteras, 135 pp.
- [2] Payá, I., Cladera, A., Calderón P., Gil, J. y Etxeberria, M. (2005). "Ingeniería de la Construcción y Cooperación al Desarrollo. Retos de Futuro." III Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural, Zaragoza, pp. 1519-1531
- [3] Pérez-Foguet, A., Martínez, J.A., Manjarrés, M. (2006), "Formación universitaria en Tecnología para el Desarrollo Humano y Sostenible. Propuestas y referencias en España 2006", III Congreso Nacional Universidad y Cooperación al Desarrollo, Madrid.
- [4] Blasco, I. (2005). "Estudio de la construcción de viviendas y edificios escuela en el distrito de Anantapur (India) de la Fundación Vicente Ferrer". Proyecto final de Carrera de Arquitectura Técnica dirigido por A. Cladera. Disponible en: [http://illesbalears.isf.es/documents/altres/PFC\\_Nacho\\_Blasco.pdf](http://illesbalears.isf.es/documents/altres/PFC_Nacho_Blasco.pdf)  
[http://illesbalears.isf.es/documents/altres/PFC\\_Nacho\\_Blasco\\_Annexos.pdf](http://illesbalears.isf.es/documents/altres/PFC_Nacho_Blasco_Annexos.pdf)
- [5] Canals, L. (2007). "Estudio de la aplicabilidad de las cenizas volantes, de la planta térmica de Mudunuru (India), en materiales de construcción". Tesina de Especialidad de la Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña dirigida por M. Etxeberria. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3325>
- [6] Cladera, A., Etxeberria, M., Shiess, I. y Pérez-Foguet, A. (2007) "Tecnologías y materiales de construcción para el desarrollo". Ingeniería Sin Fronteras, 229 pp.
- [7] Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (2005) "Código de Conducta de las Universidades en materia de Cooperación al Desarrollo".